

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- ## CLAIMS

[Claim 1] In a rinsing fluid, are the approach of drying the front face of the body immersed thoroughly, and dry steam is supplied. A drop substantially said rinsing fluid all on the front face of said body after a permutation with dry steam at moreover, the permutation rate by the dry steam of a rinsing fluid late enough from which a rinsing fluid or dry steam is not substantially removed by evaporation of a drop The surface desiccation art which includes the process which permutes a rinsing fluid with dry steam by permuting a rinsing fluid directly from the front face of said body.

[Claim 3] The approach according to claim 2 by which it is heated before and behind the temperature of this dry steam before the front face of said body is contacted by said dry steam.

[Claim 4] The approach according to claim 3 to which heating of said dry steam is carried out by heat transfer from said rinsing fluid.

[Claim 5] The approach according to claim 3 to which heating of said dry steam is carried out by heat transfer of the solid-states from the support container which carries out the suspension of said body.

[Claim 6] Said rinsing fluid is an approach according to claim 1 pushed on bottom ** by said dry steam.

[Claim 7] Said rinsing fluid is an approach according to claim 1 pulled apart from said body by the external pump means.

[Claim 8] Said dry steam is an approach according to claim 1 purged from the front face of said body by introducing noncondensable gas with inactive [dry] after the permutation of said rinsing fluid.

[Claim 9] Said gas is the approach according to claim 8 of being nitrogen.

[Claim 10] The approach according to claim 1 by which said dry steam is saturated.

[Claim 11] The approach according to claim 1 by which said dry steam is overheated.

[Claim 12] Said dry steam is the approach according to claim 2 of being water and compatibility.

[Claim 13] Said dry steam is the approach according to claim 2 of generating water and the co-boiling mixture of the minimum boiling point.

[Claim 14] The approach according to claim 13 said dry steam is isopropanol.

[Claim 15] The approach according to claim 1 said dry steam is co-boiling mixture.

[Claim 16] Said dry steam is the approach according to claim 15 of being the co-boiling mixture of isopropanol and water.

[Claim 17] Said rinsing fluid at a rate at which the drop or dry steam of this rinsing fluid does not remain substantially on the front face of said body after a permutation with said dry steam The approach according to claim 1 of sealing thoroughly the support container which carries out the suspension of this body, and introducing this dry steam from on this body, in order to make this rinsing fluid fully flow out, to remove and to permute so that the water surface of this rinsing fluid may descend caudad from this body.

[Claim 18] Said dry steam is the approach according to claim 1 of being the organic compound which there are not a front face of said body and reactivity and moreover has the less than 140-

[Claim 19] The approach according to claim 1 which does not need migration of the front face of said body, or handling between the processes of rinsing and desiccation.

[Claim 21] Said body is an approach according to claim 20 by which a gas seal is carried out with dry steam immediately after drawing of a rinsing fluid.

[Claim 23] Said dry steam is an approach according to claim 1 filtered by the gaseous phase before contacting the front face of said body.

[Claim 25] Said dry steam is an approach according to claim 24 by which the recirculation is carried out in the form of co-boiling mixture with said rinsing fluid.

[Claim 27] The container which supports said body in order to be equipment which dries the front face of a moisture body and to contact a washing fluid and dry steam, The runoff means into which the inflow means into which said dry steam is made to flow, and said rinsing fluid and said dry steam are made to flow, With dry steam, after a permutation, substantially [a drop] on a front face, a rinsing fluid so that a rinsing fluid may be permuted by dry steam at a rate late enough from which a rinsing fluid or dry steam all is not substantially removed by evaporation of a drop again The surface desiccation processor which has the control means which controls the rate at which the rate and dry steam with which a rinsing fluid flows out of said container flow into said container.

[Claim 29] Equipment according to claim 27 which has a means to heat the front face of said body till around the temperature of said dry steam before contacting said dry steam.

[Claim 31] It is equipment according to claim 27 which said inflow means has on said body in said container, and said runoff means has in the bottom of it.

[Claim 33] Equipment according to claim 27 which has a means to introduce into said container the inactive noncondensable gas dried after the permutation of said rinsing fluid with said dry steam.

[Claim 35] Equipment according to claim 34 which has the means it is made to fill said container hydraulically while said rinsing fluid and dry steam contact said body front face.

[Claim 37] Equipment according to claim 27 which has a means to condense the mixture of a rinsing fluid and dry steam after runoff from said container.

[illegible]

making condensed mixture into dry steam.

[Claim 39] Equipment according to claim 27 which has an evaporator means to generate the dry steam saturated from the original fluid.

[Claim 40] It is the rate at which said evaporator means is a surface desiccation art for drying the semi-conductor wafer immersed in the container into which warm water was put as a sewage wash object for said organic liquids, and a drop does not remain substantially on a wafer side. When the water surface descends caudad from a wafer, in order to remove and permute said water The surface desiccation approach which includes the approach into which the enclosed water which temperature is substantially the same and is made with the steam is made to fully flow when you are trying to introduce an isopropanol steam from on a wafer and said wafer contacts said steam. Equipment according to claim 39 which consists of means to maintain the temperature of a section boiler section, an up maintenance section, and said up maintenance section at the boiling point of said organic liquid.

[Claim 41] Equipment according to claim 40 with which a means to restrict the amount of heat transfer from said boiler to said maintenance section to said temperature maintenance means is established.

[Claim 42] Said evaporator means is equipment according to claim 39 with which the whole is sealed.

[Claim 43] Equipment according to claim 42 which established a makeup means to supply automatically a fresh organic liquid and/, or the recycled desiccation fluid to said evaporator means.

[Claim 44] Said makeup means is equipment according to claim 43 which has a means to reduce the temperature of said organic liquid in said maintenance section rather than the boiling point of said organic liquid.

[Claim 45] Equipment according to claim 44 which has a storage means to maintain lower than the temperature of said maintenance section the temperature of a fresh organic liquid and/, or the supply liquid of the recycled desiccation liquid.

[Claim 46] Equipment according to claim 27 which established a filter means to filter said dry steam by said desiccation evaporation gaseous phase before flowing into a container means.

[Claim 47] At a rate at which it is a surface desiccation processor for drying the semi-conductor wafer immersed in the container into which warm water was put as a rinsing fluid, and a drop does not remain substantially on a wafer side When the water surface descends caudad from a wafer, in order to remove and permute said water The surface desiccation processor into which are trying to make the enclosed water by which temperature is substantially the same and it is made with the steam when you are trying to introduce an isopropanol steam from on a wafer and said wafer contacts said steam fully flow.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

(Field of the invention on industry)

This invention aims at desiccation of the front face after fluid processing or a wet process. Specifically, this invention relates to adjustment of the semi-conductor wafer in front of a high-temperature-processing phase like manufacture of semi-conductor components especially diffusion, an ion implantation, epitaxial growth, and a chemical gaseous-phase self-possessed phase. Furthermore, this invention relates to the approach and equipment of desiccation of a semi-conductor after washing before diffusion.

(Technical problem which the former, a technique, and invention tend to solve)

In manufacture of a semi-conductor wafer, several steps of processings need contact in a wafer and a fluid. As an example of such a processing phase, there is defecation before etching, photoresist stripping, and diffusion. The equipment currently used conventionally for contact of a semi-conductor wafer usually consists of a series of tanks or sinks which are immersed in the rack of a semi-conductor wafer. For example, the wafer support container is explained by the United States patent number No. 3,607,478, No. 3,964,957, and No. 3,977,926. Some difficulties arise with this conventional wet process equipment.

Since the tank is opened by atmospheric air, an airborne particle may permeate into a processing solution. These particles shift to a wafer easily through surface tension, when it is immersed into a sink and a wafer is fished out from there. This granular contamination is dramatically harmful to the detailed circuit manufactured by wafer manufacture processing. Therefore, especially the thing for which a granular contamination is made into min is important during the defecation before diffusion.

It is usually necessary to dry a wafer after liquid processing. Since it is important processing in which a contamination must not generate at all during desiccation processing, this can be called processing which serves as the object of invention especially. Since evaporation produces a spot or stripes in many cases, it is not desirable. Since evaporation of ultrapure water or this ultrapure water has erosiveness dramatically to a wafer side and the silicon and the silicon oxide of a minute amount are dissolved also in the contact period of short water, a problem may be produced. By continuing evaporation, the residue of the solute matter will be left behind on a wafer side. Other causes of contamination and a poor semi-conductor are announced by the 69th conventions (Physical Society of Japan and London 1984) 105-120 J. Schadel, the "mechanism of the poor device in an integrated circuit", and the semiconductor device in the 1983 fiscal year, for example.

The semi-conductor is conventionally dried by the centrifugal force in a revolution rinsing dryer. Since it is dependent on the centrifugal force which emits water from a wafer side, these equipments have some problems on the occasion of an activity. Mechanical stress is added on a wafer, and especially, when it is a large-sized wafer, breakage of a wafer is brought to the 1st. Since many moving parts are in a revolution rinsing dryer the 2nd, it becomes difficult to control contamination. Since a wafer moves [3rd] conventionally in the inside of desiccation nitrogen at high speed, electrostatic charge arises in a wafer side. If a revolution rinsing dryer is opened, the airborne particle with a reverse charge will be quickly drawn to a wafer side, and particle

by this and excessive condensation should be avoided, an inadequate result will be brought if it heats beyond the temperature of dry steam.

The boiler and distilling column which condense a rinsing fluid and the mixture of dry steam are after runoff from the feeder and processing container of the noncondensable gas inactive [dry] with which dry steam is purged after the permutation of a rinsing fluid as what is further contained in the approach and equipment of this invention.

then, in a desirable example, in the evaporator which generates saturation dry steam, an up boiler section and a lower maintenance section are established, and dry steam generates quickly with a boiler section to it -- having -- dry steam -- it is exactly held in the boiling point in a lower section. This can be attained by preparing the insulating gasket which restricts the amount of heat transfers from a boiler section to a maintenance section. A fresh desiccation fluid is automatically supplied to an evaporator by lowering the temperature of the fluid in an up maintenance section so that the reduced pressure which draws the desiccation fluid fresh from the source of storage which is a close by-pass bulb completely preferably, and is maintained preferably below at the temperature of an evaporator may be produced. Preferably, it is overheated with the means of a pressure drawdown valve, and, moreover, the saturation dry steam with a suitable latent-heat curve (diagram of a pressure and enthalpy) is filtered between an evaporator and a processing container.

(Example)

Although this invention targets widely surface desiccation of a solid-state body, especially a plane body after various kinds of wet processes or fluid processing, since this invention mentions the defecation before diffusion, and especially desiccation of the semi-conductor wafer after rinsing and is explained, it is understood that the same general principle is applied to other moisture front faces.

Furthermore, although the desiccation system of this invention can be used with defecation, etching, or various kinds of wafer arts and equipment of other, this system is explained by the U.S. Pat. No. 4,775,532 number, and for the activity with the approach and equipment which process a wafer using a processing fluid, it is divided and it is suitable [system] as asked. Therefore, this invention is the amelioration which can be replaced with the steam or chemical desiccation system explained by the application.

Similarly, although the semi-conductor wafer in the inside of rinsing and a desiccation fluid can be used for hanging so that various kinds of wafer support containers may be explained here, it has become clear that especially the wafer support container explained in our U.S. Pat. No. 4,577,650 number fits the activity in the approach and equipment of this invention. This support container is the object illustrating this invention, and is shown in the form simplified to drawing 2 of this application.

As shown in drawing 1, the used rinsing fluid and the boiler 14 which condenses dry steam are formed in the equipment which carries out this invention for the three main equipments 10, i.e., the evaporator which generates dry steam, the container 12 which holds a wafer in order to process with a rinsing fluid and dry steam, disposal and/, or a reuse. These three units are *****ed) by drawing 1 with the attached piping, a valve, and other structures.

First, with reference to drawing 2, the desirable container 12 used by this invention is explained. Two or more semi-conductor wafers 16 are hanging with the gestalt of the wafer which carried out orientation vertically in parallel [two trains] shown by seeing from the side-face side by our U.S. Pat. No. 4,577,650 in the wafer support container 18 of the upper part of a type, and the lower part currently further explained to the detail, and 20. Although the condition that two wafer support containers [one] 18 and 20 to apply were accumulated on other upper parts is shown in drawing 2, a container 12 can also prepare only such one support containers [three or more]. In some examples, dropping in a lower support container which is not desirable may arise by the pile by the perpendicular direction.

The wafer support containers 18 and 20 are held in a predetermined location by the up container clamp 22 connected to the fluid inlet port 24, and the lower container clamp 26 connected to the fluid outlet 28. In drawing 2, as for the container 12, the wash bath object 30 is selectively fulfilled as the upper part is filled with dry steam 32 and the interface 34 of a through gas-liquid-

In drawing 3 , the container 12 is formed so that the wafer support container of SEMI (Semiconductor Equipment and Material Institute, Inc.) acknowledgement may stand in a row and may be arranged. Up container clamp 22' in this example is the configuration of a bell jar, and the seal is carried out on lower container clamp 26' with the gasket 25 and the clamp fixture 27. Wafer container 18' and 20' are in the condition holding wafer 16', and are supported on the rod 21 in lower container clamp 26'. As for container 12', the condition that the rinsing fluid became empty is shown in drawing 3 .

If drawing 1 is referred to, the lower boiler section 36 and the upside maintenance section 38 are formed, metal casing of the boiler section 36 and the maintenance section 38 will be divided into an evaporator 10 by the insulating gasket 40, and the amount of heat transfers from lower metal casing to up metal casing will be restricted to it by the gasket.

An insulating gasket 40 is easy to be the thing of the suitable ingredient of arbitration, and it bears the heat of the boiler section 36, and moreover the corrosion by the desiccation fluid also has resistance, and it is constituted. For example, the enclosure gasket into which it is put between the ANSI flanges of two sheets of the boiler section 36 and the maintenance section 38 is suitable. Going too far of the troublesome thermal stress which brings about the rapid temperature up of an internal desiccation fluid with metal casing is prevented by this insulating gasket. thus, although the boiler section 36 is an elevated temperature as dry steam is generated quickly, the maintenance section 38 is exactly looked like [the boiling temperature of the desiccation fluid which is the high voltage boiling point], and is made to be maintained at it. The maintenance section 38 held the liquid capacity of an evaporator 10 substantially, and has separated the liquid and the steam by about 46 flange of an upper bed. Like the above-mentioned gasket 40, a gasket 48 can be put in between flanges 46 and can prevent unnecessary heat transfer from the upper bed of the maintenance section 38 near the interface of a liquid and a steam. The maintenance section 38 can form other attachment (not shown), such as a detector of an oil level, a switch and an external heater, and a water cooled jacket. A desiccation liquid and a steam flow out of there while flowing into the maintenance section 38 through a tube 50 and a cross joint 52. Are fresh./or the liquid through which it circulates a desiccation fluid It flows into an evaporator 10 through the valve 54 (preferably Beraud's valve) prepared in the inflow line 58, and a filter 56 (submicron filter preferably known as a trademark "Millipore"). This inflow line is connected to the distilling column 94 and the waste fluid receiver 95 which are connected to the source of release (not shown) of a fresh desiccation fluid through a valve 53, and offer/or the circulation desiccation fluid mentioned later.

Saturation dry steam flows into a container 12 through the valve 60 (this is also the Beraud's valve preferably) prepared in the line 64, and the flash plate valve 62. This flash valve reduces a pressure and can be used for this overheating saturation dry steam so that it may explain to a detail below. After passing the flash plate valve 62 and the method change-over valve 68 of three, dry steam passes a final filter 69. Since gas can be filtered to altitude rather than a liquid, a 0.01-micron ceramic filter [like the model "PGF-2 filter" manufactured by the Fastek

operation division of Eeast Technology and Inc.] whose final filter 69 of this is is used.

The pressure relief valve 66 is also formed in the joint 52 as an object for emergencies to the excessive pressure of an evaporator. An evaporator 10 can also establish the drain for maintenance (not shown) in boiler 36 pars basilaris ossis occipitalis.

In order that a container 12 may process a wafer 16, other valves 70, 72, 74, and 76 which control the fluid for various kinds of processing fluids which carry out runoff close to a container 12, for example, etching, stripping, defecation and/, or rinsing can be formed. Although the approach of controlling that these fluids flow out and flow into a container 12 is explained to the detail by our U.S. Pat. No. 4,778,532, this does not constitute a part of this invention.

When a desiccation fluid replaces the rinsing fluid from a wafer 16 by the interface 34, a desiccation fluid is mixed with a rinsing fluid, a clear desiccation fluid layer is formed in the upper part of a rinsing fluid, and the thickness may amount to 1/2 inches or more depending on the case.

This last rinsing fluid and last desiccation fluid layer flow out of a container 12, and flow into the boiler 14 concentration and/of a used liquid, or for disposal through the valve 78 or measuring pump 79 formed in a line 80. A variable speed pump is used so that a measuring pump 79 may control an interface descending speed appropriately preferably and the drying time may be made the optimal. An electrostatic-capacity type switch (limit switch) is just before the valve 78 and measuring pump 79 in a line 80, and the time of the effluent of the container 12 being carried out thoroughly is sensed. At this event, as for the steamy line 64, closing and par JIGAZU can flow into a container 12 through valves 71, 68, and 70 and a filter 69.

Dry steam and purge gas can flow out of a container 12, and can flow into a boiler 14 through a valve 78. In order to control the descending speed of an interface 34 still more appropriately and to optimize the drying time, a water wash object can be taken out during some periods of a drop at least with the variable speed measuring pump 79. The effluent of the wash bath object is carried out through a valve 79 to a drain. At the suitable time, the change inflow of a desiccation fluid layer and the layer of the wash bath object which is directly under it is carried out through a valve 83 to a boiler 14.

In a boiler 14, the band heater 92 or an immersion heater is formed, and the azeotropic mixture of a desiccation fluid or a desiccation fluid, and a rinsing fluid is removed from waste water on it. A steam flows into a distilling column 94 and is condensed further. The water cooling type condenser 86 condenses dry steam. The cooled noncondensable gas (for example, purge gas) flows out through a vent 88, another side and a part of condensate flow into the waste fluid receiver 95 through a drain 90, and the recirculation is carried out to the supply line 58 for evaporator 10.

a distilling column 94 is single according to the recirculation of a used fluid, or extent of concentration of a desiccation fluid required for disposal — it can be made a series of columns of the structure generally adopted a column or conventionally. The waste water with which the steam was removed flows out of a boiler 14 through the overflow valve 96, and flows into a boiler 14 from the next operation as a new batch of a used fluid. A fresh desiccation fluid can be added to a recirculation fluid through a valve 83.

In operation of the approach of this invention, a desiccation fluid is the thing of a rinsing fluid and compatibility, and what moreover generates a rinsing fluid and the azeotropic mixture of the minimum boiling point preferably is chosen. Since water is a rinsing fluid which can obtain most easily and is usually used, especially its desiccation fluid that forms water and the azeotropic mixture of the minimum boiling point is desirable. Generally, the front face dried must be non-reactivity and, moreover, a desiccation fluid must be the organic compound which has the less than 140-degree C boiling point under atmospheric pressure.

The chemicals most effective in desiccation are isopropyl alcohol (isopropanol). Isopropanol is economical, is insurance (avirulent) comparatively, and forms water and the azeotropic mixture of the minimum boiling point. Moreover, as an important point, surface tension of isopropanol is low and it has the property (that is, it is mixable with an oil in both water) of both hydrophobicity and a hydrophilic property. If it is going to be restrained by the specific theory, there will be nothing and isopropanol will tend to destroy the troublesome surface tension between

hydrophobic water front faces comparatively with the water of a hydrophilic property. Since the solid phase in an interface 34 is a wafer side and the liquid phase is ultrapure water, selection of a gas phase property has big influence, and isopropanol is considered to be the fluid satisfied most.

Also in the case of a desiccation fluid [other rinsings and], although the approach of this invention is made to explain to a detail here with reference to the equipment mentioned above, and a desirable rinsing fluid(water) and dry steam (isopropanol), this approach can be enforced using other suitable equipments, and it is the same. [of an approach]

In the wet process of the semi-conductor wafer according to the approach of our U.S. Pat. No. 4,778,532, pouring a fluid to top ** through a container 12 so that the fluid inlet port 24 may turn into an outlet and the fluid outlet 28 may turn into an inlet port has an advantage for some processing. This is applied also to the rinsing fluid through which it usually circulates upward through a container. However, according to this invention, it has become clear that the optimal gestalt of wafer desiccation is a bottom counterflow.

In order to heat a wafer to near the boiling point (82 degrees C) of isopropanol, as for the cycle of the last of rinsing which uses ultrapure water, it is desirable to use warm water (for example, 65-85 degrees C). Instead, a wafer 16 lets the support container pass with the means of the heating band attached in the wafer support containers 18 and 20, or other heating apparatus, and can heat it by direct heat transfer of a solid-state/solid-state.

A container 12 becomes [being hydraulically filled with the warm water of ultrapure water with as, and] in the last rinsing cycle. Subsequently, a valve 78 can open. However, since what permutes water is not flowing into the upper part, water does not flow out of a container 12. Subsequently, an aperture and a pure saturation isopropanol steam flow [a flash plate valve and a valve 70] into a container 12 through an inlet port 24. Taking [for a steam to flow into the up container 22], water flows out of a pars basilaris ossis occipitalis 26 through the fluid outlet 28 and a valve 78.

Instead, rinsing water can be picked out from a container 12 with the lightweight pump 79, and the flow rate changes according to the phase of a fetch cycle. for example, the lightweight pump 79 -- an interface 34 -- a wafer -- it is operated dramatically at high speed, and if an interface descends through a wafer, subsequently it will be operated so that it may become a low speed, until it turns up exactly. Finally, as for an aperture, and the remaining water and desiccation fluids, an interface's passage of the last wafer side 16 only extrudes the bypass valve 78 of the circumference of a pump 79 from a container with purge gas.

Although bottom ***** of the interface of a gas-liquid-solid-state has the compromise value which should be taken into consideration, it is believed that being controlled comparatively at a low speed is important. Therefore, if runoff from the container 12 of wash water is too quick, a drop will remain on a wafer, and when this drop evaporates, a contamination will arise. For this reason, it is desirable that dry steam permutes a rinsing fluid from a wafer at a rate from which a drop does not remain water substantially on a wafer side after a permutation by isopropanol. On the other hand, if the drop of an interface is quick, the productivity of a dryer will improve and the consumption of chemicals will become min.

Generally it has become clear that the result of having satisfied the interface descending speed within the limits of per minute 1-4 inches is obtained. In the descending speed exceeding 5 inches/m, a good result is not obtained and it could not be carried out an inadequate result with another side and the descending speed of less than 1 inch/m. Moreover, it has also become clear that a container with a high temperature of about 75 degrees C shows good drying ability by dropping an interface quickly rather than the container of temperature low about 60 degrees C.

It is desirable to heat isopropanol, to offer the steam dried more and to prevent the risk of the steamy condensation on a wafer side so that similarly it may agree in demand that a liquid is not removed from a wafer side by evaporation. Since the latent-heat curve in the pressure and enthalpy diagram inclines back, when pressure drawdown arises, I hear that the advantage of an organic liquid like isopropanol pushes saturated steam all over the heating field of a phase diagram, and there is. Consequently, if the flash plate valve 62 is passed, the saturated steam

generated with the evaporator 10 will turn into saturated steam dried more, and will be supplied to the wafer 16 in a container 12.

As for the maintenance section 38 of an evaporator 10, it is desirable a minute of to several times hold [of a wafer] sufficient quantity of liquid isopropanol so that it can *****, without supplying an evaporator 10. When isopropanol fresh to an evaporator 10 needs to be added, the temperature of the isopropanol which has boiled in the maintenance section 38 can be lowered to below the boiling point (it is 82 degrees C at atmospheric pressure). In order to lower temperature, it will be useful if the cooling jacket (not shown) attached in the maintenance section 38 is used. If temperature falls rather than the boiling point, the steam pressure in an evaporator 10 will be decompressed. Subsequently, if a valve 54 is opened, liquid isopropanol will be pulled out by absorption from a storage part, and will flow into an evaporator 10. Since this liquid isopropanol generally has temperature lower than the evaporator itself, the pressure in an evaporator falls further and re-restoration actuation is promoted.

If wash water flows out of a container 12 and flows into a drain 81 or a valve 83 through a valve 78 or the lightweight pump 79, a limit switch 82 will sense the event of a liquid flowing out of a container 12 thoroughly. Shortly after this container becomes empty thoroughly, a line 64 closes, and with inactive [like nitrogen / dry], noncondensable gas is introduced through valves 71, 68, and 70, and purges an isopropanol steam from a container 12. Since the ceramic filter 69 which nitrogen gas also has among valves 68 and 70 is passed, this filter is intrinsically purged with nitrogen after isopropanol passage. The blinding produced as condensation of the isopropanol in a filter and its result by this purge is prevented.

The flash plate of all the steams with which the container 12 remains through a drain valve 78 by this purge is carried out outside. Nitrogen gas removes what is believed to be the isopropanol of the monolayer which is push and is on a wafer side out of a container about an isopropanol steam. Although this monolayer has dramatically high volatility, the mechanism of that clearance different from evaporation is clear.

Finally, the thing of the used water of a container and the last of isopropanol flows into a boiler 14. The object of a boiler 14 and a distilling column 94 is holding the mixture of isopropanol and polluted water, carrying out the re-enrichment of uranium isotope of the isopropanol to the recirculation or disposal, and lessening the amount. A nitrogen purge will be started once the liquid in a container 12 becomes empty. This nitrogen gas passes a container 12, flows into a boiler 14, and flows out through a condenser 86 and a vent 88.

Since it is clear to condense in the layer in the upper bed of water as an interface 34 descends within a container 12, isopropanol does not need to remove all the water that flows out of a container 12 first. Therefore, a great portion of water is made to flow out through a valve 81, and the last pint or that kind of amount (namely, an isopropanol layer and water [directly under] of it) of a liquid is stored and processed by the boiler 14. Since the amount of a liquid is little such, the mixture of isopropanol/water can be boiled easily.

If it energizes to the band heater 92, water / isopropanol mixture will be heated and the co-boiling mixture (79 degrees C of boiling points) of isopropanol and water will evaporate from waste water. This gas mixture passes along a distilling column 94, flows into a condenser 86, it is condensed, and is stored by the waste fluid receiver 95 from a drain 90, or flows back to a distilling column 94. Co-boiling mixture and the waste water from which the steam was removed are overflowed through a valve 94, and, subsequently the used water of the next operation flows into a boiler 14 from a container 12.

Substantially, since a boiler 14 performs imperfect separation, the liquid sent to a distilling column 94 may become 50% of the weight of water, and 50% of the weight of isopropanol from a condenser 86. Subsequently, a distilling column separates co-boiling mixture from water, and uses it as the co-boiling mixture of 90% of the weight of isopropanol, and 10% of the weight of water. This co-boiling mixture lets the waste fluid receiver 95, a suitable mixing tank and/, or a filter pass, and can reintroduce it into the batch base or the per-continuum evaporator 10 if needed.

As mentioned above, if water remains in the wafer side after rinsing, stripes, a spot, and granular contamination will arise almost unexceptional. Shortly after the residual water screen on a wafer

side combines with an isopropanol steam, as co-boiling mixture, I hear that the flash plate of the advantage which uses the co-boiling mixture, for example, the water, and isopropanol of the minimum boiling point is carried out to gas reservoir, and it is in it. Although it has one theory of being dependent on the thickness of the liquid isopropanol in the upper bed of the descending rinsing water in an interface 34, its layer of liquid isopropanol is thin, or if there is no layer, since the problem of drying efficiency on disposal will decrease and its fluid will decrease, it is desirable. It is clear for stripes and spots to decrease in number the descending speed of the water surface (interface 34) regardless of the effectiveness of this theory, and to become min by increasing steamy aridity (degree of superheat) moreover.

Although the above-mentioned explanation is for condensing an organic liquid to the recirculation (close group system) or the object for disposal of isopropanol, it is desirable from an environment and an economical land survey to collect to recirculation and to collect isopropanol or other dry steam into clarification. This is attained without this co-boiling mixture sacrificing corpuscular character ability (cleanliness) of a wafer clear as compared with the case where the electric heat property which the boiling point was low and includes heat capacity and a transfer constant is good, and it is a fresh and pure isopropanol independent activity.

When an interface 34 descends at a sufficiently low rate, without being restrained by the specific theory, it is believed that water / isopropanol interface is what removes all waterdrop and drops of co-boiling mixture from a wafer as an oil level descends. However, if the drop of an interface 34 is too quick, surface tension or the affinity of the water and other drops to water will come to exceed the surface tension of the descending liquid. If it does so, on a wafer, a drop remains, it will evaporate and stripes and a contamination will be left behind. Therefore, physical extrusion by the steam or hauling by the liquid front face is contained in the approach of this invention, consequently the direct permutation by the steam arises to not evaporation but the liquid of a drop in it.

The approach and equipment of this invention are a perfect flow system of full admission preferably filled hydraulically all over the phase of rinsing and desiccation (that is, a seal is carried out), and it is understood from explanation of a steam that the system does not need migration of a wafer or handling between rinsing and desiccation. The advantage of this system is indicated by our U.S. Pat. No. 4,778,532.

By this invention, in the conventional system, contamination of the wafer side by the dissolution particle which existed, and other contaminations decreases, and the drying efficiency of a semiconductor wafer improves.

This invention can be carried out in other various forms, without deviating from the pneuma or main descriptions.

(Effect of the invention)

The surface desiccation art and equipment of this invention can be dried certainly in this way, without polluting an objective front face.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

Drawing 1 is a schematic diagram showing the desirable example of this invention.

Drawing 2 is a detail sectional view of the wafer container shown in drawing 1 .

Drawing 3 is a sectional view which other examples of a wafer container show.

10 [-- A wafer support container 24 / -- A fluid inlet port, 26 / -- A lower container clamp, 28 / -- A fluid outlet, 32 / -- Dry steam, 36 / -- A boiler section, 38 / -- A maintenance section, 94 / -- A distilling column, 95 / -- Waste fluid receiver.] -- An evaporator, 12 -- A container, 14 -- 18 A boiler, 20

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平6-103686

(24) (44) 公告日 平成6年(1994)12月14日

(51) Int. CL ⁵	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 6 1 V			
F 2 6 B 7/00		9140-3L		

請求項の数47(全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平1-306351	(71) 出願人	999999999 シー エフ エム テクノロジーズ, イン コーポレイテッド アメリカ合衆国 ペンシルバニア 19353 ライオンビル, ゴードン ドライブ 501
(22) 出願日	平成1年(1989)11月24日	(72) 発明者	クリストファー エフ. マッコネル アメリカ合衆国 ペンシルバニア 19380 ウエスト チェスター, イースト スト ラスバーグ ロード 1680
(65) 公開番号	特開平3-169013	(72) 発明者	アラン イー. ウォルター アメリカ合衆国 ペンシルバニア 19341 エックストン, ブレックノック ドライ ブ 600
(43) 公開日	平成3年(1991)7月22日	(74) 代理人	弁理士 山本 秀策
		審査官	西脇 博志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面乾燥処理方法および装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水洗流体内に完全に浸漬された物体の表面を乾燥させる方法であって、乾燥蒸気を供給して、前記水洗流体を乾燥蒸気で置換後に、液滴が前記物体の表面に実質的に残らず、また、水洗流体または乾燥蒸気が液滴の蒸発により実質的に除去されないような、十分に遅い水洗流体の乾燥蒸気による置換速度で、水洗流体を前記物体の表面から直接置換することにより水洗流体を乾燥蒸気で置換する工程を包含する表面乾燥処理方法。

【請求項2】 前記水洗流体が液相での水である請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記物体の表面が、前記乾燥蒸気により接触される前に該乾燥蒸気の温度前後まで加熱される請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記乾燥蒸気の加熱が、前記水洗流体から

2

の熱伝達により行われる請求項3に記載の方法。

【請求項5】 前記乾燥蒸気の加熱が、前記物体を懸架する支持容器からの固体同士の熱伝達により行われる請求項3に記載の方法。

【請求項6】 前記水洗流体は、前記乾燥蒸気により下向に押される請求項1に記載の方法。

【請求項7】 前記水洗流体は、外部のポンプ手段により前記物体から引き離される請求項1に記載の方法。

【請求項8】 前記乾燥蒸気は、前記水洗流体の置換後に、乾燥した不活性で非凝縮性ガスを導入することにより前記物体の表面からバースされる請求項1記載の方法。

【請求項9】 前記ガスは窒素である請求項8に記載の方法。

【請求項10】 前記乾燥蒸気が飽和される請求項1に記

載の方法。

【請求項11】前記乾燥蒸気が過熱される請求項1に記載の方法。

【請求項12】前記乾燥蒸気は水と相溶性である請求項2に記載の方法。

【請求項13】前記乾燥蒸気は水と最小沸点の共沸騰混合物を生成する請求項2に記載の方法。

【請求項14】前記乾燥蒸気がイソプロパノールである請求項13に記載の方法。

【請求項15】前記乾燥蒸気が共沸騰混合物である請求項1に記載の方法。

【請求項16】前記乾燥蒸気はイソプロパノールと水の共沸騰混合物である請求項15に記載の方法。

【請求項17】前記水洗流体を前記乾燥蒸気で置換後に、前記物体の表面上に該水洗流体の液滴あるいは乾燥蒸気が実質的に残らないような速度で、該水洗流体の水面が該物体から下方に降下するように、該水洗流体を十分に流出させて除去し置換するために、該物体を懸架する支持容器を完全に密閉し、かつ、該物体の上から該乾燥蒸気を導入する請求項1に記載の方法。

【請求項18】前記乾燥蒸気は、前記物体の表面と反応性がなく、しかも大気圧において140°C未満の沸点を有する有機化合物である請求項1に記載の方法。

【請求項19】水洗と乾燥の工程の間で前記物体の表面の移動または取扱いを必要としない請求項1に記載の方法。

【請求項20】前記物体が懸架する容器が、前記水洗と乾燥の工程中に水力学的に満たされる請求項19に記載の方法。

【請求項21】前記物体は、水洗流体の取出し直後に乾燥蒸気でガスシールされる請求項20に記載の方法。

【請求項22】前記物体が半導体ウエハである請求項1に記載の方法。

【請求項23】前記乾燥蒸気は、前記物体の表面と接触する前に気相で通過される請求項1に記載の方法。

【請求項24】前記乾燥蒸気が、前記物体の表面を乾燥した後に集められて再循環される請求項1に記載の方法。

【請求項25】前記乾燥蒸気は、前記水洗流体との共沸騰混合物の形で再循環される請求項24に記載の方法。

【請求項26】前記物体が半導体ウエハであり、前記水洗流体が温水であり、前記乾燥蒸気がイソプロパノールであり、かつ、該物体を懸架する支持容器を完全に密閉して行う表面乾燥処理方法であって、ウエハ面上に液滴が実質的に残らないような速度で、水面がウエハから下方に降下するときに前記水を除去して置換するために、ウエハの上からイソプロパノール蒸気を導入するようにされており、前記ウエハが前記蒸気と接触したときにその蒸気と実質的に温度が同一であるようにされている工程を包含する請求項1に記載の方法。

【請求項27】湿り物体の表面を乾燥させる装置であって、

洗浄流体と乾燥蒸気と接触するために前記物体を支持する容器と、

前記乾燥蒸気を流入させる流入手段と、

前記水洗流体と前記乾燥蒸気とを流出させる流出手段と、

水洗流体を乾燥蒸気で置換後に液滴が表面上に実質的に残らず、また、水洗流体または乾燥蒸気が液滴の蒸発により実質的に除去されないような、十分に速い速度で水洗流体が乾燥蒸気により置換されるように、水洗流体が前記容器から流出する速度および乾燥蒸気が前記容器に流入する速度を制御する制御手段と、

を有する表面乾燥処理装置。

【請求項28】完全に密閉されている請求項27に記載の装置。

【請求項29】前記物体の表面を、前記乾燥蒸気と接触する前に前記乾燥蒸気の温度前後まで加熱する手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項30】前記物体の表面と接触する前に前記乾燥蒸気を過熱するために、前記乾燥蒸気の圧力を減少させる弁手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項31】前記流入手段は、前記容器内にある前記物体の上にあり、また前記流出手段はその下にある請求項27に記載の装置。

【請求項32】水洗流体の取出し後に乾燥蒸気で物体をガスシールをするシール手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項33】前記乾燥蒸気で前記水洗流体の置換後に乾燥した不活性の非凝縮性ガスを前記容器に導入する手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項34】前記物体の表面が前記水洗流体および乾燥蒸気と接触する状態で、前記水洗流体と乾燥蒸気が前記物体表面と接触して通過中に前記物体が動かないように保持する手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項35】前記水洗流体と乾燥蒸気が前記物体表面と接触する間に、前記容器を水力学的に満たすようにする手段を有する請求項34に記載の装置。

【請求項36】乾燥中に異なるガスの流入を防止するシール手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項37】前記容器から流出後に水洗流体と乾燥蒸気との混合物を濃縮する手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項38】濃縮した混合物を乾燥蒸気として前記容器へ再循環する手段を有する請求項37に記載の装置。

【請求項39】元の流体から飽和した乾燥蒸気を生成する蒸発器手段を有する請求項27に記載の装置。

【請求項40】前記蒸発器手段は、前記有機液体用の下水洗流体として温水を入れた容器内に浸漬された半導体ウエハを乾燥するための表面乾燥処理方法であって、

ウエハ面上に液滴が実質的に残らないような速度で、水面がウエハから下方に降下するときに前記水を除去して置換するために、ウエハの上からインプロパノール蒸気を導入するようにされており、前記ウエハが前記蒸気と接触したときにその蒸気と実質的に温度が同一であるようにされている。封入された水を十分に流出させる方法を包含する表面乾燥方法。部ボイラセクションと上部保持セクション、および前記上部保持セクションの温度を前記有機液体の沸点に維持する手段から構成される請求項39に記載の装置。

【請求項41】前記温度維持手段には、前記ボイラから前記保持セクションへの伝熱を制限する手段が設けられている請求項40に記載の装置。

【請求項42】前記蒸発器手段は全体が密閉される請求項39に記載の装置。

【請求項43】新鮮な有機液体および／もしくは再循環した乾燥流体を前記蒸発器手段に自動的に供給する供給手段を設けた請求項42に記載の装置。

【請求項44】前記供給手段は、前記保持セクション内の前記有機液体の温度を前記有機液体の沸点よりも低下させる手段を有する請求項43に記載の装置。

【請求項45】新鮮な有機液体および／もしくは再循環した乾燥流体の供給液の温度を、前記保持セクションの温度より低く維持する貯蔵手段を有する請求項44に記載の装置。

【請求項46】前記乾燥蒸気を容器手段に流入する前に前記乾燥蒸気相で透過するフィルタ手段を設けた請求項27に記載の装置。

【請求項47】水洗流体として温水を入れた容器内に浸漬された半導体ウエハを乾燥するための表面乾燥処理装置であって、

ウエハ面上に液滴が実質的に残らないような速度で、水面がウエハから下方に降下するときに前記水を除去して置換するために、ウエハの上からインプロパノール蒸気を導入するようにされており、前記ウエハが前記蒸気と接触したときにその蒸気と実質的に温度が同一であるようにされている。封入された水を十分に流出させるようにされている表面乾燥処理装置。

【発明の詳細な説明】

（産業上の利用分野）

本発明は、液体処理、もしくは湿式処理後における表面の乾燥を目的とする。具体的には、本発明は半導体部品の製造、特に拡散、イオン注入、エピタキシャル成長および化学的気相沈着段階のような高温処理段階前における半導体ウエハの調整に関する。さらに本発明は拡散前の洗浄後における半導体の乾燥の方法と装置に関する。

（従来と技術および発明が解決しようとする課題）

半導体ウエハの製造において、数段階の処理はウエハと液体との接触を必要とする。このような処理段階の例としては、エッチング、フォトリソストリッピングお

よび拡散前の清浄化がある。半導体ウエハの接触用の従来使用されている装置は、通常、半導体ウエハのラックを浸漬する一連のタンクまたはシンクから構成されている。例えば、米国特許番号3,607,478号、3,964,957号および3,977,926号では、ウエハ支持容器が説明されている。かかる従来の湿式処理装置では、いくつかの困難が生じる。

タンクは大気に開放されているので、空気媒介粒子が処理溶液中に浸入する可能性がある。これらの粒子は、ウエハがシンク中に浸漬されて、そこから吊り出されるとき、表面張力を介してウエハへ容易に移行する。この粒状汚染物は、ウエハ製造処理により製造される微細回路にとり非常に有害である。したがって、拡散前の清浄化中に、粒状汚染物を最小にすることが特に重要である。液体処理後、ウエハは、通常、乾燥する必要がある。乾燥処理中に汚染物が全く生成してはならないという重要処理であるため、これは、特に発明の目的となる処理といえる。蒸発は、斑点もしくは結を生じることが多いので好ましくない。超純水の蒸発でも、この超純水はウエハ面に対し非常に侵食性があり、短い水の接触期間でも微量のシリコンおよびシリコン酸化物を溶解するので、問題を生じることがある。引続く蒸発により、ウエハ面上に溶質物質の残留物が残されることになる。汚染および半導体不良の他の原因については、たとえば、J. Schadel, "集積回路内におけるデバイス不良のメカニズム", 半導体デバイス1983年度第69回大会（物理学会、ロンドン1984年）105~120で発表されている。

従来半導体は、回転水洗乾燥装置における遠心力により乾燥されている。これらの装置は、ウエハ面から水を放出する遠心力に依存しているため、使用に際し、いくつかの問題がある。第1に、ウエハ上に機械的応力が加わり、特に大形のウエハの場合にウエハの破損をもたらす。第2に、回転水洗乾燥装置内には多くの可動部品があるので、汚染を抑制することは困難となる。第3に、従来、ウエハは乾燥室素中を高速で移動するので、ウエハ面に静電荷が生じる。反対の電荷を持つ空気媒介粒子は、回転水洗乾燥装置を開放すると急速にウエハ面に引きつけられ、結果として粒子汚染が生じる。第4に、上述した付随する欠点がある回転処理中に、ウエハ面からの水の蒸発を避けることは困難である。

最近、ウエハの蒸気または化学的乾燥に対する方法と装置が開発され、この中には、我々の米国特許番号4,778,532号において開示されている方法と装置がある。化学的乾燥は、一般に、2つの段階からなる。第1段階では、水洗流体好ましくは水が、ウエハから追い出され、水でない乾燥流体で置き換えられる。第2段階では、水でない乾燥流体は、事前乾燥ガス、好ましくは窒素などの不活性ガスを低速で使用して蒸発される。

日本で現在使用されている他の化学的乾燥処理は、ウエハ支持容器を脱イオン水のタンク中に順次浸漬させて、

ついで、沸騰しているイソプロパノールのタンク上にウエハを懸垂させることにより構成される。ウエハ支持容器は、ついで、イソプロパノール蒸気から徐々に引き出され、ウエハ面から水滴が除去される。

効果的なウエハ乾燥技術に対する最も重要な特徴は、製造されるウエハは、超清浄すなわち、粒子汚染物が最小で、しかも化学的残留物が最小であるという点である。乾燥溶剤の多くは可燃性であるので、安全も非常に重要な考慮事項である。他の重要な設計基準としては、少ない化学薬品の消費量、少ない廃棄物の発生量、および操

作員への暴露が全くないか殆どない自動取扱いが含まれる。

（課題を解決するための手段）

本発明の表面乾燥処理方法は、水洗流体内に完全に浸漬された物体の表面を乾燥させる方法であって、乾燥蒸気を供給して、前記水洗流体を乾燥蒸気で置換後に、液滴が前記物体の表面に実質的に残らず、また、水洗流体または乾燥蒸気が液滴の蒸発により実質的に除去されないような、十分に遅い水洗流体の乾燥蒸気による置換速度で、水洗流体を前記物体の表面から直接置換することにより水洗流体を乾燥蒸気で置換する工程を包含してな

り、そのことにより、上記従来の問題が解決される。また、本発明の表面乾燥処理装置は、湿り物体の表面を乾燥させる装置であって、洗浄物体と乾燥蒸気と接触するために前記物体を支持する容器と、前記乾燥蒸気を流入させる流入手段と、前記水洗流体と前記乾燥蒸気とを流出させる流出手段と、水洗流体を乾燥蒸気で置換後に液滴が表面上に実質的に残らず、また、水洗流体または乾燥蒸気が液滴の蒸発により実質的に除去されないような、十分に遅い速度で水洗流体が乾燥蒸気により置換されるように、水洗流体が前記容器から流出する速度および乾燥蒸気が前記容器に流入する速度を制御する制御手段と、を有してなり、そのことにより、上記従来の問題が解決される。

（作用）

エッチング剤、フォトリジストストリッピング剤または拡散前の清浄剤のような処理流体を除去するために半導体ウエハなどの物体の表面を水洗後、その表面を乾燥する本発明に従う方法と装置が提供される。乾燥蒸気で水洗流体を置きかえた後に表面に実質的に液滴が残らない速度で、表面上の水洗流体を直接置換することにより蒸気が水洗流体を置きかえるように、乾燥蒸気が表面に供給される。好ましくは、全閉した水力学的に充填したシステム内の物体の上から乾燥蒸気が供給され、液体レベルが下向に下がるにつれて、水洗流体が乾燥蒸気により表面から押し出される。

水洗流体は、通常は液相の水であるので、乾燥蒸気は水と相溶性であり、しかも水と最小沸点の共沸混合物を生成するのが好ましく、この点でイソプロパノールは特に好ましい。さらに乾燥蒸気は、実質的に純粋であると共

に飽和しているか、好ましくは過熱されており、また表面は、接触前に乾燥蒸気の温度近く、好ましくはそれ以下の温度まで加熱される必要がある。これにより表面上に若干の蒸気凝縮が生じることがあり、また過大な凝縮は避けるべきであるが、乾燥蒸気の温度以上に加熱すると不十分な結果となる。

本発明の方法と装置にさらに含まれるものとして、水洗流体の置換後に乾燥蒸気をバージする乾燥した不活性の非凝縮ガスの供給装置、および処理容器から流出後に水洗流体と乾燥蒸気の混合物を濃縮するボイラと蒸留塔がある。

好ましい実施例において、飽和乾燥蒸気を生成する蒸発器には、上部ボイラセクションと下部保持セクションが設けられ、そこでは乾燥蒸気がボイラセクションで急速に生成され、乾燥蒸気の丁度沸点で下部セクションに保持される。これは、ボイラセクションから保持セクションへの熱伝達量を制限する絶縁ガスケットを設けることにより達成できる。蒸発器は、好ましくは全閉であり、また好ましくは蒸発器の温度以下に維持される貯蔵源から新鮮な乾燥流体を引き込む減圧を生じるように、上部保持セクション内の流体の温度を下げることに新鮮な乾燥流体を自動的に供給される。適切な潜熱曲線（圧力とエンタルピーの線図）を持つ飽和乾燥蒸気は、好ましくは、圧力降下弁の手段で過熱され、しかも、蒸発器と処理容器の間で通過される。

（実施例）

本発明は、各種の湿式処理または流体処理後において、固体物体、特に平面状物体の表面乾燥を広く目的としたものであるが、本発明は、拡散前の清浄化と水洗後における半導体ウエハの乾燥に特に言及して説明されるので、同一の一般的原理は他の湿り表面にも適用されることが理解される。

さらに、本発明の乾燥システムは、各種の清浄化、エッチングまたは他のウエハ処理方法と装置と共に使用できるが、本システムは、米国特許4,775,532号で説明され、請求されているように、処理流体を使用してウエハを処理する方法と装置での使用にとりわけ適している。したがって、本発明は、その出願で説明される蒸気または化学的乾燥システムに代わることができる改良である。

同様に、各種のウエハ支持容器は、ここで説明するように、水洗および乾燥流体中での半導体ウエハを懸垂するのに使用できるが、特に、我々の米国特許4,577,650号で説明するウエハ支持容器は、本発明の方法と装置においての使用に適することが判明している。かかる支持容器は、本発明を図示する目的で、本出願の第2図に単純化した形で示されている。

本発明を実施する装置には、第1図に示すように、3個の主な装置、すなわち、乾燥蒸気を生成する蒸発器10と、水洗流体と乾燥蒸気で処理するためにウエハを保持

する容器12と、処分および／もしくは再使用のために使用済み水洗流体と乾燥蒸気を濃縮するボイラ14とが設けられている。これらの3個のユニットは、その付属する配管、弁および他の構成物と共に、第1図に概略示されている。

まず、第2図を参照して、本発明で使用される好ましい容器12について説明する。幾々の米国特許第4,577,650号でさらに詳細に説明されている型式の上部と下部のウエハ支持容器18および20内には、側面側から見て示されている、2列の並列垂直に配向したウエハの形態で、複数の半導体ウエハ16が懸垂されている。2個のかかるウエハ支持容器18、20は、1個が他の上部に積み重ねられた状態が第2図に示されるが、容器12は、このような支持容器を1個だけ、または3個以上設けることも可能である。いくつかの例では、垂直方向への積み重ねにより、下部の支持容器への好ましくない滴下が生じることがある。

ウエハ支持容器18および20は、流体入口24へ接続される上部容器クランプ22、および流体出口28へ接続される下部容器クランプ26により所定位置に保持される。第2図において、容器12は、上部が乾燥蒸気32で満たされて、上側のウエハ支持容器18内のウエハを通しガス-液体-固体の界面34が下方に押されるにつれて、水洗流体30が部分的に満たされている。

第3図において容器12は、SEMI (Semiconductor Equipment and Material Institute, Inc.) 承認のウエハ支持容器が並列して配置されるように設けられている。この実施例における上部容器クランプ22'は、ベルジャーの形状であり、ガスケット25とクランプ取付具27とにより、下部容器クランプ26'上にシールされている。ウエハ容器18'および20'は、ウエハ16'を保持した状態で、下部容器クランプ26'内のロッド21上に支持されている。第3図において、容器12'は、水洗流体が空になった状態が示される。

本発明を実施する際に、他の容器配置（図示されない）を採用することも可能である。例えば、他の実施例では、システムをシールし、オーバーフローと廃液を除去するため、第3図の上部容器クランプ22'に類似したベルジャー型のような適切なカバーを有する下部容器クランプ内に位置するオーバーフロー型シンク内に1個以上のウエハ支持容器を設けることができる。乾燥流体で水洗流体を直接、置換する間に、異なるガス、たとえば窒素ガスの流入を防止するように、乾燥蒸気でウエハの周りの蒸気空間をガスシールするために、システムをシールすることが重要である。

第1図を参照すると、蒸発器10には、下部のボイラセクション36と上部の保持セクション38とが設けられており、ボイラセクション36と保持セクション38のメタルケーシングは、絶縁ガスケット40で分離され、そのガスケットにより下部メタルケーシングから上部メタルケーシ

ングへの熱伝達量が制限される。

ボイラセクション36には、加熱バンド42または他の適当な加熱装置が設けられ、乾燥流体をその沸点以上に急速に加熱する。ボイラセクション36は、加熱面が常に浸漬するように液体の乾燥流体を必ず満杯にしておく必要がある。この目的のために、液面検知器とスイッチ（図示されない）を設けることができると共に、乾燥流体の温度の測定用および加熱バンドの温度監視用に抵抗温度検知器（図示されない）も設けられる。

絶縁ガスケット40は、任意の適切な材料のものでよく、ボイラセクション36の熱に耐え、しかも乾燥流体による腐食にも抵抗があるもので構成される。たとえば、ボイラセクション36と保持セクション38の2枚のANSIフランジ間に入れられる図いガスケットが適切である。この絶縁ガスケットにより、メタルケーシングと共に内部乾燥流体の急激な昇温をもたらす厄介な温度圧力の行過ぎが防止される。このようにして、ボイラセクション36は、乾燥蒸気を急速に生成するように高温であるが、保持セクション38は、高圧沸点である乾燥流体の沸騰温度に丁度に保つようにされている。

保持セクション38は、蒸発器10の液体容室を実質的に保持し、上端のフランジ46近くで液体と蒸気を分離している。ガスケット48は、上述のガスケット40と同様に、フランジ46の間に入れて、液体と蒸気の界面近くにある保持セクション38の上端からの不必要な熱伝達を防止することができる。保持セクション38は、例えば、液面の検知器とスイッチ、外部加熱器、および水冷ジャケットなどの他の付属装置（図示されない）を設けることができる。

乾燥流体と蒸気は、チューブ50とクロス継手52を経て保持セクション38へ流入されるとともに、そこから流出される。新鮮な、および／もしくは循環される液体の乾燥流体は、流入ライン58に設けられる弁54（好ましくはベロー弁）、およびフィルタ56（好ましくは商標「Millipore」として知られているサブミクロンフィルタ）を通して蒸発器10に流入し、この流入ラインは弁53を通して新鮮な乾燥流体の発生源（図示されない）へ接続され、および／もしくは後述される循環乾燥流体を提供する蒸留塔94および廃液受け槽95へ接続される。

飽和乾燥蒸気は、ライン64に設けた弁60（好ましくはこれもベロー弁）、およびフラッシュ弁62を経て容器12に流入する。下記で詳細に説明するように、このフラッシュ弁は、圧力を低下させて、それにより飽和乾燥蒸気を過熱するのに使用できる。フラッシュ弁62と3方切換え弁68を通過した後、乾燥蒸気は、最終フィルタ69を通過する。ガスは液体よりも高度に通過できるので、この最終フィルタ69は、例えば、East Technology, Inc.のFastek事業部により製造されたモデル「PGF-2フィルタ」のような0.01ミクロンのセラミックフィルタが使用される。

継手52には、蒸発器の過大圧力に対する非常用として圧力逃し弁66も設けられている。蒸発器10は、ボイラ36底部に保守用ドレン（図示されない）を設けることもできる。

容器12は、ウエハ16を処理するために容器12に流出入する各種の処理流体、たとえばエッチング、ストリッピング、清浄化および／もしくは水洗用の流体を制御する他の弁70、72、74および76を設けられる。これらの流体が容器12へ流出および流入することを制御する方法は、例えば幾々の米国特許第4,778,532号で詳細に説明されているが、これは本発明の一部を構成するものではない。乾燥流体が界面34にてウエハ16からの水洗流体を置きかえたと、乾燥流体は水洗流体と混合し、水洗流体の上部に明確な乾燥流体層が形成され、その厚さは場合によっては1/2インチ以上に達することがある。

この最終の水洗流体と乾燥流体層は、容器12から流出し、ライン80に設けられる弁78または計量ポンプ79を経て、使用済み液体の濃縮および／もしくは処分用のボイラ14へ流入する。計量ポンプ79は、好ましくは、界面降下速度を適切に制御し、かつ乾燥時間を最適にするように可変速度ポンプが使用される。ライン80にある弁78と計量ポンプ79の直前に静電容量式スイッチ（リミットスイッチ）があり、容器12が完全に排液されたときを感知する。この時点で蒸気ライン64は閉じ、パーシガスが弁71、68および70、ならびにビルタ69を通り容器12に流入できる。

乾燥蒸気とパーシガスは、容器12から流出し弁78を経てボイラ14に流入することができる。界面34の降下速度をさらに適切に制御し、乾燥時間を最適化するために、水洗流体は可変速度計量ポンプ79により、少なくとも降下の一部の期間中に取り出すことができる。水洗流体は弁79を通してドレンへ排液される。適当な時に、乾燥流体層とその直下にある水洗流体の層は、弁83を通してボイラ14へ切換え流入される。

ボイラ14には、バンド加熱器92または浸漬加熱器が設けられ、乾燥流体もしくは乾燥流体と水洗流体の共沸混合物を廃水から取り除く。蒸気は蒸留塔94へ流入して、さらに濃縮される。水冷式凝縮器86は、乾燥蒸気を凝縮する。冷却された非凝縮性ガス（たとえばパーシガス）はベント88を通して排出し、他方、凝縮液の一部はドレン90を通して廃液受け槽95に流入し、蒸発器10用の供給ライン58へ再循環される。

蒸留塔94は、使用済み流体の再循環または処分に必要な乾燥流体の濃縮の程度に応じて、単一塔もしくは従来一般に採用されている構造の一連の塔にすることができる。蒸気が取り除かれた廃水は、オーバフロー弁96を通してボイラ14から排出し、使用済み流体の新しいバッチとして、次の運転からボイラ14に流入する。新鮮な乾燥流体は、弁83を通して再循環流体に追加することができる。

本発明の方法の実施において、乾燥流体は水洗流体と相溶性のものであり、しかも、好ましくは水洗流体と最小沸点の共沸混合物を生成するものが選択される。水は最も容易に入手できて通常使用されている水洗流体であるので、水と最小沸点の共沸混合物を形成する乾燥流体が特に好ましい。一般に、乾燥流体は、乾燥される表面とは非反応性であり、しかも、大気圧下で140°C未満の沸点を有する有機化合物でなければならない。

乾燥に最も有効な化学薬品はイソプロピルアルコール（イソプロパノール）である。イソプロパノールは、経済的で比較的安全（無毒性）であり、水と最小沸点の共沸混合物を形成する。また、重要な点として、イソプロパノールは表面張力が低く、また疎水性と親水性の両方の特性（すなわち、油と水の両方に混合できる）を有する。特定の理論に拘束されようとすることなく、イソプロパノールは、親水性の水と比較的疎水性水表面との間の厄介な表面張力を破壊する傾向がある。界面34における固相はウエハ面であり、また液相は超純水であるので、ガス相特性の選択は大きな影響があり、イソプロパノールは最も適する流体と考えられる。

本発明の方法は、上述した装置、および好ましい水洗流体（水）と乾燥蒸気（イソプロパノール）を参照して、ここで詳細に説明することにするが、この方法は他の適切な装置を使用して実施できるし、また他の水洗と乾燥流体の場合でも同様である。

我々の米国特許第4,778,532号の方法に従う半導体ウエハの湿式処理において、流体入口24が出口になり、流体出口28が入口になるように容器12を通して流体を上向に流すことは、若干の処理作業にとっては利点がある。これは、容器を通して通常は上向きに循環する水洗流体にもあてはまる。しかしながら、本発明によれば、ウエハ乾燥の最適形態は、下向流であることが判明している。超純水を使用する水洗の最後のサイクルは、ウエハをイソプロパノールの沸点（82°C）近くまで加熱するため、温水（たとえば、65〜85°C）を使用するのが好ましい。代わりに、ウエハ16は、ウエハ支持容器18および20に取り付けられる加熱バンドまたは他の加熱装置の手段により、その支持容器を通して、固体／固体の直接熱伝達により加熱できる。

最終の水洗サイクル後、容器12は超純水の温水で水力学的に満たされたままとなる。ついで、弁78が開けられる。しかし、水を置換するものが上部に流入していないので、水は容器12から流出しない。ついで、フラッシュ弁と弁70が開き、純粋な飽和イソプロパノール蒸気が入口24を通して容器12に流入する。蒸気が上部容器22に流入するに連れて、水は流体出口28と弁78を通して底部26から流出する。

代わりに、水洗水は軽量ポンプ79により容器12から取り出すことができ、その流量は取り出しサイクルの段階に応じて変化する。たとえば、軽量ポンプ79は、界面34が

ウエハの丁度上になるまで、非常に高速で運転され、次いで、界面がウエハを通して降下すると低速になるように運転される。最後に、界面が最後のウエハ面16を通過すると、ポンプ79回りのバイパス弁78が単に開き、残りの水と乾燥液体はパージガスにより容器から押し出される。

ガス-液体-固体の界面の下向速度は、考慮すべき妥協値があるが、比較的低速で制御されるのが重要であると信じられる。従って、洗浄水の容器12からの流出が速すぎると、液滴がウエハ上に残り、この液滴が蒸発すると汚染物が生じることになる。このため、水をイソプロパノールで置換後にウエハ面上に実質的に液滴が残らないような速度で、乾燥蒸気がウエハから水洗液体を置換するのが好ましい。一方、界面の降下が遅いと、乾燥装置の生産性が向上し、また化学薬品の消費量が最小になる。

一般に界面降下速度は、毎分1〜4インチの範囲内で満足した結果が得られることが判明している。毎分5インチを超える降下速度では、良好な結果が得られず、他方、毎分1インチ未満の降下速度では、不十分な結果が得られない。また、75°C程度の高い温度の容器は、60°C程度低い温度の容器よりも、界面を速く降下させることにより、良好な乾燥性能を示すことも判明している。同様に、液体が蒸発によりウエハ面から除去されないという要求に合致するように、イソプロパノールを加熱して、より乾燥した蒸気を提供し、ウエハ面上の蒸気凝縮の危険を防止することが好ましい。イソプロパノールのような有機液体の利点は、その圧力とエンタルピー線図内の潜熱曲線が後方に傾斜しているために、圧力降下が生じると、飽和蒸気を相線図の加熱領域中に押し入れるということである。この結果、蒸発器10により生成された飽和蒸気は、フラッシュ弁62を通過すると、より乾燥した飽和蒸気となり、容器12内のウエハ16に供給される。蒸発器10の保持セクション38は、蒸発器10が、補給されることなくウエハの数回分の仕込ができるように、十分な量の液体イソプロパノールを保持するのが好ましい。蒸発器10に新鮮なイソプロパノールを追加する必要がある場合には、保持セクション38内の沸騰しているイソプロパノールの温度をその沸点（大気圧で82°C）以下まで下げることができる。温度を下げるには、保持セクション38に取り付けられる冷却ジャケット（図示されない）を使用すると役立つ。温度が沸点よりも下がると、蒸発器10内の蒸気圧力は減圧される。ついで、弁54が開かれると、液体イソプロパノールは吸い込みにより、貯蔵箇所から引き出されて蒸発器10に流入する。この液体イソプロパノールは、一般に、蒸発器自体よりも温度が低いので、蒸発器内の圧力はさらに下がり、再充填操作が促進される。

洗浄水が容器12から流出して、弁78または軽負ポンプ79を通してドレイン81または弁83に流入すると、リミット

スイッチ82が、容器12から液体が完全に流出した時点を感じ取る。この容器が完全に空になると直ちに、ライン64が閉じて、窒素のような乾燥した不活性で非凝縮性ガスが、弁71、68および70を経て導入され、イソプロパノール蒸気を容器12からパージする。窒素ガスも、弁68と70の間にあるセラミックフィルタ69を通過するので、このフィルタは、イソプロパノール通過後に窒素で本質的にパージされる。このパージによりフィルタ内のイソプロパノールの凝縮およびその結果として生じる目詰まりが防止される。

このパージにより、ドレイン弁78を通して容器12の残留しているすべての蒸気が外部へフラッシュされる。窒素ガスは、イソプロパノール蒸気を容器外に押しだし、またウエハ面上にある単層のイソプロパノールとみられるものを除去する。この単層は、非常に揮発性が高いが、その除去のメカニズムは、蒸発とは相違するのは明らかである。

最後に、容器からの使用済みの水とイソプロパノールの最後のものはボイラ14に流入する。ボイラ14と蒸留塔94の目的は、イソプロパノールと汚染水の混合物を保持し、イソプロパノールを再循環または処分用に再濃縮してその量を少なくすることである。容器12内の液体が一旦空になると、窒素パージが開始される。この窒素ガスは容器12を通過してボイラ14に流入し、凝縮器86とベント88を通して流出する。

イソプロパノールは、界面34が容器12内で降下するにつれて水の上端にある層に濃縮するのは明白であるので、最初に容器12から流出する水の全てを取り除く必要はない。したがって大部分の水は弁81を通して流出させられ、液体の最後のポイントまたはそのくわいの量（すなわち、イソプロパノール層とその直下の水）はボイラ14に貯留されて、処理される。液体の量はそのように少量であるので、イソプロパノール/水の混合物は容易に沸騰させることができる。

バンド加熱器92に通達されると、水/イソプロパノール混合物が加熱され、イソプロパノールと水の共沸騰混合物（沸点79°C）は廃水から蒸発される。このガス状の混合物は蒸留塔94を通り、凝縮器86に流入し、凝縮されて、ドレイン90から廃液受け槽95に貯留されるか、もしくは蒸留塔94に還流される。共沸騰混合物と蒸気が除去された廃水は、弁94を通してオーバフローし、ついで次の運転からの使用済みの水が容器12からボイラ14へ流入する。

実質的にボイラ14は不完全な分離を行うので、凝縮器86から蒸留塔94へ送られる液体は50重量%の水と50重量%のイソプロパノールになる可能性がある。蒸留塔は、次いで、水から共沸騰混合物を分離して、90重量%のイソプロパノールと10重量%の水の共沸騰混合物にする。この共沸騰混合物は、廃液受け槽95、適切な混合タンク、および/もしくはフィルタを通して、必要に応じてパッ

チベースまたは連続的に蒸発器10に再導入できる。
前述のように、水洗後にウエハ面に水が残っていると、結、斑点および粒状汚染が殆ど例外なく生じる。最小沸点の共沸騰混合物、たとえば水とイソプロパノールを使用する利点は、ウエハ面上の残留水膜はイソプロパノール蒸気と結合すると、共沸騰混合物として直ちにガス層にフラッシュするという点である。乾燥効率は、界面34における降下する水洗水の上端にある液体イソプロパノールの厚さに依存するという1つの理論があるが、液体イソプロパノールの層が薄い、または層が全くない、処分上の問題が少なくなり、液体が少なくなるので好ましい。この理論の有効性に関係なく、結と斑点は、水面（界面34）の降下速度を減少し、しかも、蒸気の乾燥度（加熱度）を増加することにより最小になることが明白である。

上記の説明は、イソプロパノールの再循環（閉グループシステム）、または処分用に有機液体を濃縮するためのものであるが、回収を再循環用にイソプロパノールまたは他の乾燥蒸気を清浄にすることは、環境及び経済的観点から好ましい。この共沸騰混合物は、沸点が低く、また熱容量と伝導係数を含めた熱特性が良好であり、新鮮で純粋なイソプロパノール単独使用の場合に比較して、明らかにウエハの粒子性能（清浄度）を犠牲にすることなくこれが達成されている。

特定の理論に拘束されようとすることなく、界面34が十分低い速度で降下する場合、水/イソプロパノール界面は、液面が降下するにつれて、ウエハからすべての水滴と共沸騰混合物の液滴を除去するものと信じられる。しかし界面34の降下が速すぎると、表面張力または水に対する水や他の液滴の親和力が、降下する液体の表面張力を越えるようになる。そうするとウエハ上に液滴が残る。

＊り、蒸発して結と汚染物が残される。したがって、本発明の方法には、蒸気による物理的押し出しまたは液体表面による引っ張りが含まれ、この結果、液滴の蒸発ではなく液体に対して蒸気による直接の置換が生じる。

本発明の方法と装置は、水洗と乾燥の段階中に、好ましくは水力学的に満たされる（すなわちシールされる）全開の完全流れシステムであり、そのシステムは水洗と乾燥の間にウエハの移動または取扱を必要としないことは、蒸気の説明から理解される。かかるシステムの利点は、我々の米国特許第4,778,532号に開示されている。

本発明により、従来のシステムでは存在した溶解粒子と他の汚染物によるウエハ面の汚染が少なくなり、半導体ウエハの乾燥効率は向上される。

本発明は、その縮小または主要な特徴から逃脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。

（発明の効果）

本発明の表面乾燥処理方法および装置は、このように、物体の表面を、汚染することなく、確実に乾燥することができる。

【図面の簡単な説明】

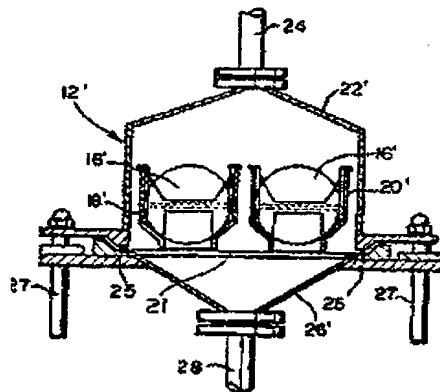
第1図は、本発明の好ましい実施例を示す概略図である。

第2図は、第1図に示すウエハ容器の詳細断面図である。

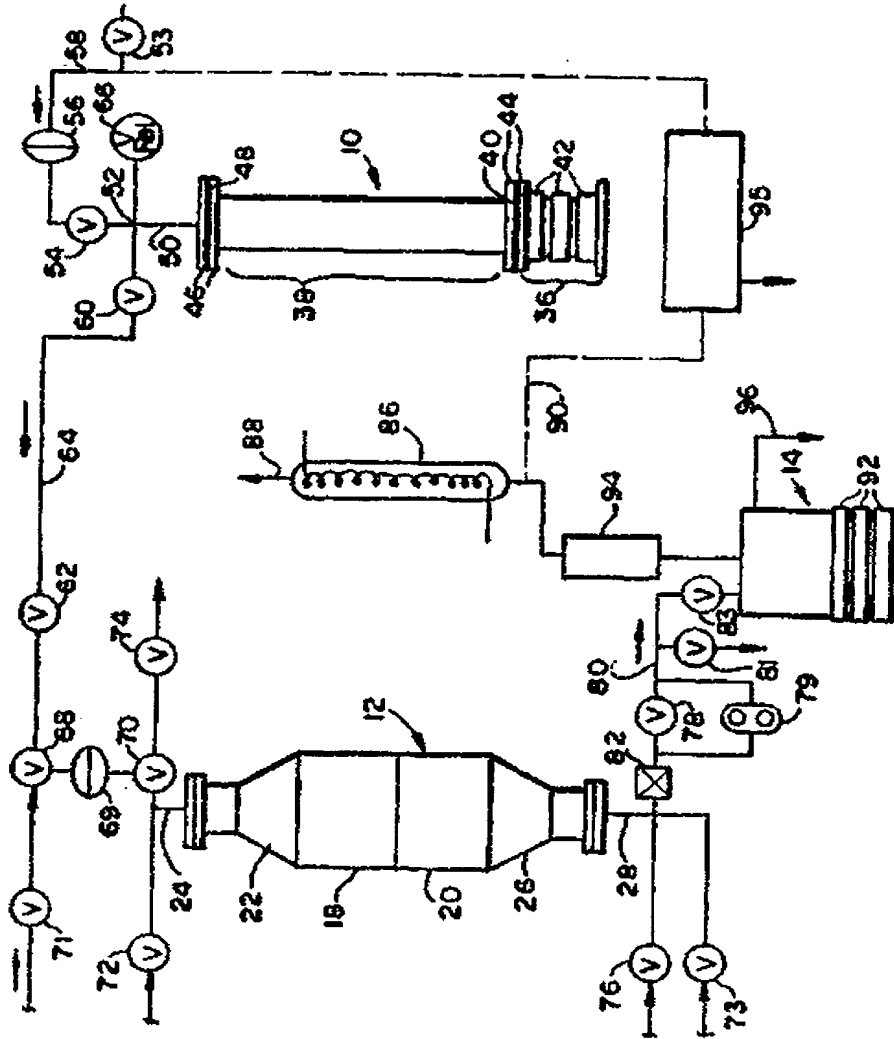
第3図は、ウエハ容器の他の実施例の示す断面図である。

10…蒸発器、12…容器、14…ボイラ、18,20…ウエハ支持容器、24…流体入口、26…下部容器クランプ、28…液体出口、32…乾燥蒸気、36…ボイラセクション、38…保持セクション、94…蒸留塔、95…廃液受け槽。

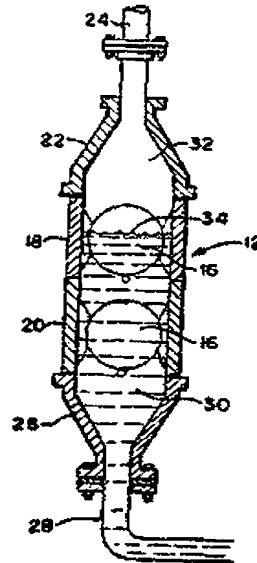
【第3図】



【第1図】



【第2図】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 昭62-245639 (J P, A)
 特開 昭61-152020 (J P, A)
 特開 昭62-198126 (J P, A)
 特開 昭61-295635 (J P, A)
 実開 昭61-51830 (J P, U)
 実開 昭63-23326 (J P, U)

【公報種別】特許法（平成6年法律第116号による改正前。）第17条の3の規定による補正

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成11年（1999）2月3日

【公告番号】特公平6-103686

【公告日】平成6年（1994）12月14日

【年通号数】特許公報6-2593

【出願番号】特願平1-306351

【特許番号】2135270

【国際特許分類第6版】

H01L 21/304 361 V

F26B 7/00

【手続補正言】

1 「特許請求の範囲」の項を「1 水洗流体内に完全に浸漬された物体の表面を乾燥させる方法であって、乾燥蒸気を供給して、該水洗流体の上部に乾燥流体の液体層を生成させる工程と、該水洗流体を該物体の該表面から該乾燥流体で直接置換することにより、該水洗流体を該液体層で置換する工程とを包含し、

該表面は該蒸気と接触するときにその蒸気と実質的に同じ温度であり、

該水洗流体が該乾燥流体で置換される速度は、前記水洗流体を乾燥流体で置換後に、液滴が該物体の表面に実質的に残らず、その結果、液滴の蒸発により除去する必要がある水洗流体または乾燥流体が実質的にないような十分に速い速度で選択される、表面乾燥処理方法。

2 前記水洗流体が液相の水である請求項1に記載の方法。

3 前記物体の表面が、前記乾燥蒸気により接触される前に該乾燥蒸気の温度前後まで加熱される請求項2に記載の方法。

4 前記乾燥蒸気の加熱が、前記水洗流体からの熱伝達により行われる請求項3に記載の方法。

5 前記乾燥蒸気の加熱が、前記物体を懸架する支持容器からの固体同士の熱伝達により行われる請求項3に記載の方法。

6 前記水洗流体は、前記乾燥蒸気により下向に押される請求項1に記載の方法。

7 前記水洗流体は、外部のポンプ手段により前記物体から引き離される請求項1に記載の方法。

8 前記乾燥蒸気は、前記水洗流体の置換後に、乾燥した不活性で非凝縮性ガスを導入することにより前記物体の表面からバースされる請求項1に記載の方法。

9 前記ガスは窒素である請求項8に記載の方法。

10 前記乾燥蒸気が飽和される請求項1に記載の方法。

11 前記乾燥蒸気が過熱される請求項1に記載の方法。

12 前記乾燥蒸気は水と相溶性である請求項2に記載の方法。

13 前記乾燥蒸気は水と最小沸点の共沸騰混合物を生成する請求項2に記載の方法。

14 前記乾燥蒸気がイソプロパノールである請求項13に記載の方法。

15 前記乾燥蒸気が共沸騰混合物である請求項1に記載の方法。

16 前記乾燥蒸気はイソプロパノールと水の共沸騰混合物である請求項15に記載の方法。

17 前記水洗流体を前記乾燥流体で置換後に、前記物体の表面上に該水洗流体あるいは乾燥流体の液滴が実質的に残らないような速度で、該水洗流体の水面が該物体から下方に降下するように、該水洗流体の上部に乾燥流体の液体層を生成させるために、かつ該水洗流体を十分に流出させて除去し置換するために、該物体を懸架する支持容器を完全に密閉し、かつ、該物体の上から該乾燥蒸気を導入する請求項1に記載の方法。

18 前記乾燥蒸気は、前記物体の表面と反応性がなく、しかも大気圧において140℃未満の沸点を有する有機化合物である請求項1に記載の方法。

19 水洗と乾燥の工程の間で前記物体の表面の移動または取扱いを必要としない請求項1に記載の方法。

20 前記物体が懸架する容器が、前記水洗と乾燥の工程中に水力学的に満たされる請求項19に記載の方法。

21 前記物体は、水洗流体の取出し直後に乾燥蒸気でガスシールされる請求項20に記載の方法。

22 前記物体が半導体ウエハである請求項1に記載の方法。

23 前記乾燥蒸気は、前記物体の表面と接触する前に気相で過渡される請求項1に記載の方法。

24 前記乾燥蒸気が、前記物体の表面を乾燥した後に集められて再循環される請求項1に記載の方法。

25 前記乾燥蒸気は、前記水洗流体との共沸騰混合物の形で再循環される請求項24に記載の方法。

26 前記物体が半導体ウエハであり、前記水洗流体が

温水であり、前記乾燥蒸気がインプロバノールであり、かつ、該物体を懸架する支持容器を完全に密閉して行う表面乾燥処理方法であって、

ウエハ面上に水もしくはインプロバノールの液滴が実質的に残らないような速度で、水面がウエハから下方に降下するときに、水上に液体インプロバノールの層を生成し、前記水を除去して置換するために、ウエハの上からインプロバノール蒸気を導入する工程を包含する、請求項1に記載の方法。

27 握り物体の表面を乾燥させる装置であって、

(a) 洗浄流体と乾燥流体と接触するために前記物体を支持する容器と、

(b) 前記乾燥流体を流入させる流入手段と、

(c) 前記水洗流体と前記乾燥流体とを搬出させる搬出手段と、

(d) 乾燥流体の液体層が該水洗流体の上部で、乾燥蒸気から生成し、該水洗流体を乾燥流体で置換後に液滴が表面上に実質的に残らず、その結果、液滴の蒸発により除去される水洗流体または乾燥流体が実質的にないような十分に遅い速度で水洗流体が乾燥流体により置換されるように、水洗流体が前記容器から流出する速度および乾燥流体が前記容器に流入する速度を制御する制御手段と、

を有する表面乾燥処理装置。

28 完全に密閉されている請求項27に記載の装置。

29 前記物体の表面を、前記乾燥蒸気と接触する前に前記乾燥蒸気の温度前後まで加熱する手段を有する請求項27に記載の装置。

30 前記物体の表面と接触する前に前記乾燥蒸気を過熱するために、前記乾燥蒸気の圧力を減少させる弁手段を有する請求項27に記載の装置。

31 前記流入手段は、前記容器内にある前記物体の上であり、また前記搬出手段はその下にある請求項27に記載の装置。

32 水洗流体の取出し後に乾燥蒸気で物体をガスシールをするシール手段を有する請求項27に記載の装置。

33 前記乾燥蒸気で前記水洗流体の置換後に乾燥した不活性の非凝縮性ガスを前記容器に導入する手段を有する請求項27に記載の装置。

34 前記物体の表面が前記水洗流体および乾燥蒸気と接触する状態で、前記水洗流体と乾燥蒸気が前記物体表面と接触して通過中に前記物体が動かないように保持する手段を有する請求項27に記載の装置。

35 前記水洗流体と乾燥蒸気が前記物体表面と接触する間に、前記容器を水力学的に満たすようにする手段を有する請求項34に記載の装置。

36 乾燥中に異なるガスの流入を防止するシール手段を有する請求項27に記載の装置。

37 前記容器から搬出後に水洗流体と乾燥蒸気との混合物を濃縮する手段を有する請求項27に記載の装置。

38 濃縮した混合物を乾燥蒸気として前記容器へ再循環する手段を有する請求項37に記載の装置。

39 元の液体から飽和した乾燥蒸気を生成する蒸発器手段を有する請求項27に記載の装置。

40 前記蒸発器手段は、前記有機液体用の下部ボイラセクションと上部保持セクション、および前記上部保持セクションの温度を前記有機液体の沸点に維持する手段を有する請求項39に記載の装置。

41 前記温度維持手段には、前記ボイラから前記保持セクションへの伝熱量を制限する手段が設けられている請求項40に記載の装置。

42 前記蒸発器手段は全体が密閉される請求項39に記載の装置。

43 新鮮な有機液体および/もしくは再循環した乾燥流体を前記蒸発器手段に自動的に供給する供給手段を設けた請求項42に記載の装置。

44 前記供給手段は、前記保持セクション内の前記有機液体の温度を前記有機液体の沸点よりも低下させる手段を有する請求項43に記載の装置。

45 新鮮な有機液体および/もしくは再循環した乾燥液体の供給液の温度を、前記保持セクションの温度より低く維持する貯蔵手段を有する請求項44に記載の装置。

46 前記乾燥蒸気を容器手段に流入する前に前記乾燥蒸気相で通過するフィルタ手段を設けた請求項27に記載の装置。

47 水洗流体として温水を入れた容器内に浸漬された半導体ウエハを乾燥するための表面乾燥処理装置であって、

ウエハ面上に液滴が実質的に残らないような速度で、水面がウエハから下方に降下するときに前記水を除去して置換するために、ウエハの上からインプロバノール蒸気を導入するようにされており、前記ウエハが前記蒸気と接触したときにその蒸気と実質的に温度が同一であるようにされている、封入された水を十分に搬出させるようにされている表面乾燥処理装置。」と補正する。

2 第6欄46行「水でない乾燥」を「水でない乾燥」と補正する。

3 第7欄13行～35行「(課題……作用)」を「(課題を解決するための手段)」と補正する。

本発明の表面乾燥処理方法は、水洗流体内に完全に浸漬された物体の表面を乾燥させる方法であって、乾燥蒸気を供給して、該水洗流体の上部に乾燥流体の液体層を生成させる工程と、該水洗流体を該物体の該表面から該乾燥流体で直接置換することにより、該水洗流体を該液体層で置換する工程とを包含し、該表面は該蒸気と接触するときにその蒸気と実質的に同じ温度であり、該水洗流体が該乾燥流体で置換される速度は、前記水洗流体を乾燥流体で置換後に、液滴が該物体の表面に実質的に残らず、その結果、液滴の蒸発により除去する必要がある水

洗流体または乾燥流体が実質的にないような十分に遅い速度が選択され、そのことにより上記従来の問題が解決される。

また、本発明の表面処理装置は、湿り物体の表面を乾燥させる装置であって、(a)洗浄流体と乾燥流体と接触するために前記物体を支持する容器と、(b)前記乾燥流体を流入させる流入手段と、(c)前記水洗流体と前記乾燥流体とを流出させる流出手段と、(d)乾燥流体の液体層が該水洗流体の上部で、乾燥蒸気から生成し、該水洗流体を乾燥流体で置換後に液滴が表面上に実質的に残らず、その結果、液滴の蒸発により除去される水洗流体または乾燥流体が実質的にないような十分に遅い速度で水洗流体が乾燥流体により置換されるように、水洗流体が前記容器から流出する速度および乾燥流体が前記

容器に流入する速度を制御する制御手段と、を有し、そのことにより上記従来の問題が解決される。

(作用)」と補正する。

4 第9欄25行「容器は」を「容器12」と補正する。

5 第9欄42行～43行「カズ」を「ガス」と補正する。

6 第11欄31行～32行「弁79」を「弁81」と補正する。

7 第12欄15行「するとなく」を「することなく」と補正する。

8 第16欄9行「上記の説明」を「上記の説明」と補正する。